

熱固化処理にて安定化処理された廃棄物焼却灰の三軸圧縮試験による強度特性について

電源開発(株) 茅ヶ崎研究所 (正) ○東 健一
伊藤 孝
前田建設工業(株) 技術研究所 (正) 高橋 浩
(正) 石黒 健

1. はじめに

現在、年間に一般廃棄物焼却灰は約600万トン発生しており、最終埋立処分場にて処分されている。これらの処分場は埋立完了後、所定の管理を経て廃止されている。廃止後の処分場の跡地利用に際しては、地盤や構造物の沈下、支持力不足、重金属の溶出等の問題が課題とされている。熱固化処理工法は、これらの課題に対して焼却灰に含まれるカルシウム分を加熱により水和反応の促進効果して、焼却灰埋立地盤の支持力確保と溶出する重金属の溶出抑制を目的とするものである。本報告は、このうち固化処理された一般廃棄物焼却灰の強度特性について三軸圧縮試験および蛍光X線解析をもとに検討したものである。

2. 熱固化処理工法の概要

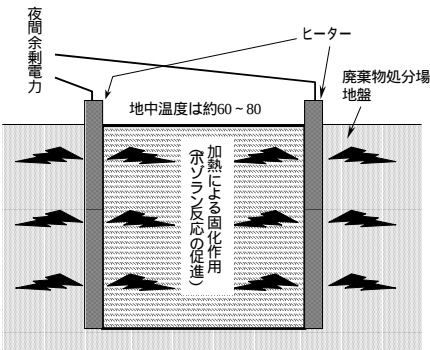
本工法は原位置の既存処分場地盤に熱源となる棒状のヒーターを貫入設置し通電することで、焼却灰地盤の地中温度を上昇させ焼却灰を固化するものである。図—1に本工法の概念を示す。¹⁾

3. 試験項目および方法

三軸圧縮試験(UU)と蛍光X線分析を実施した。三軸圧縮試験の試験方法は地盤工学会基準にて実施した。三軸圧縮試験における拘束圧は98、196、392、784(kN/m²)とした。

4. 試料作成方法

焼却灰を風乾し、中小れき等を除き土塊、団粒を粗砕した後、非金属製の2mmの目のふるいを通して得た焼却灰を使用した。この試料に2種類の水酸化カルシウム水溶液および蒸留水を用いて、埋立最終処分場にて測定した現場密度(約1.4g/cm³) 含水比(約20%)になるように試料を締め固めて供試体を作成した。水酸化カルシウム水溶液の作成については、粉末の水酸化カルシウムを、蒸留水にて混合した。混合に際しては、水酸化カルシウムの溶解度(0.185g/100g(0))を参考に、表—1に示す2種類の濃度の水溶液を用いた。その後、供



図—1 熱固化処理概要

表 - 1 供試体作成条件

	CASE 0	CASE1	CASE2	CASE3	CASE4	CASE5	CASE6
養生温度	非加熱	80			20		
混合水(蒸留水) 蒸留水	室温にて養生 (約10)						
混合水(Ca(OH) ²) 0.1%							
混合水(Ca(OH) ²) 0.2%							

試体上面をラップにてつつみ、養生温度80度と20度にて養生した。養生期間については、一軸圧縮強度と材齢の関係¹⁾より、強度発現が落ち着く91日間とした。併せて比較検討のため、非加熱の供試体も作成した。

5. 試験結果

実験ケ-ス4,5,6の養生温度20°の場合はいずれの場合も供試体は固化せず、型枠の脱形時に崩れてしまった。この結果から加熱されない場合、91日の長期間養生しても固化しないことが判明した。一方、加熱したケ-ス1、2、

表—2 三軸圧縮(UU)試験結果

ケース NO	養生温度 ()	混合水の 種類	せん断強度	
			粘着力 C (kN/m ²)	内部摩擦角 φ (°)
CASE 0	非加熱	蒸留水	44	31
CASE 1	80	蒸留水	245	32
CASE 2		Ca(OH) ² 0.1%	309	27
CASE 3		Ca(OH) ² 0.2%	292	31

キーワード： 焼却灰 廃棄物処分場 加熱 地盤改良 強度増加
連絡先：神奈川県茅ヶ崎市茅ヶ崎1-9-88、Tel: 0467-87-1211 Fax:0467-87-1904

3 については、いずれの場合も十分に固化した。これらのケ - ス 0 ～ 3 の 4 ケースの試験結果を表 - 2 に示す。この結果を見ると、熱固化により内部摩擦角（φ）はいずれも約 30 度で非加熱の「ケース 0」と差は無いが、粘着力成分（C）については約 6 倍

増加している。

また、非加熱の「ケ - ス 0」と加熱された「ケ - ス 1」の応力ひずみ曲線を図 - 2 および図 - 3 に示す。

これらの図から熱固化により応力ひずみ曲線は、延性的な緩い砂に近い状態から、締め固まった砂の

ような脆性的な状態になっている。また、ケ - ス 1、2、3 のせん断応力と拘束圧の関係を図 - 4、5、6 に示す。これらの図に差がないことから、カルシウム分の追加はせん断強度に影響を与えないことが判る。各試料の成分を分析するため、試験終了後の供試体について蛍光 X 線分析を実施した。分析結果を表 - 3 に示す。この分析結果を見るといずれのケ - スでも水和反応に寄与するカルシウム分(CaO)は 35 %程度と相当量存在することから、新たに追加されたカルシウム分は強度増加に影響を与えなかったと言える。また、本工法を石炭灰に適用した場合は、石炭灰のカルシウム分含有量により強度の発現が左右されたが、焼却灰の場合は固化増進のための新たなカルシウム分の添加は不要であると言える。

2)

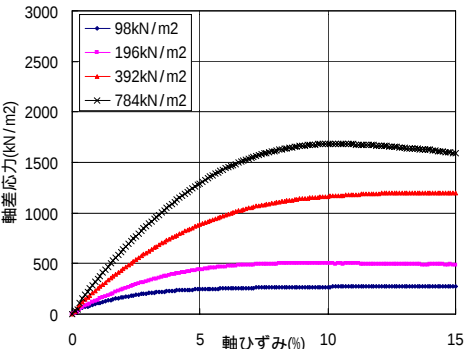
6 . あとがき

一般廃棄物焼却灰は加熱養生することにより、せん断強度は大きく増加することが判明した。この要因は加熱により、焼却灰自体が含有するカルシウムの水和反応によるものと判断される。今後さらに試験を実施し要因の解明を行うとことと致したい。

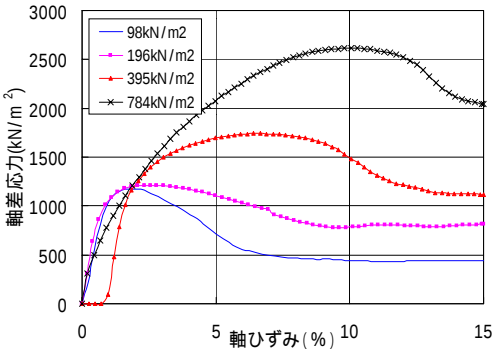
参考文献

1) 東 健一、伊藤 孝、高橋 浩、石黒 健：熱固化処理による廃棄物焼却灰の安定化処理に関する基礎的研究（その 1）強度増加効果について,第 38 回地盤工学研究発表会（投稿中）

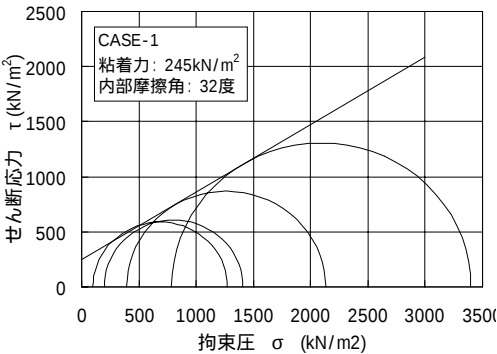
2) 藤山哲雄、石黒 健、嶋田三郎：地中加熱による石炭灰処分場の地盤改良に関する研究（その 3） 灰種の違いが加熱効果に及ぼす影響,土木学会第 51 回年次学術講演会（平成 8 年 9 月）,pp536-537



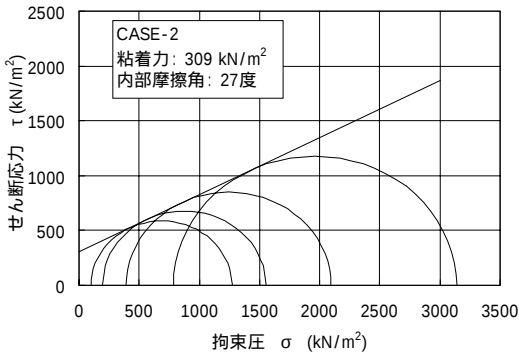
図—2 応力—ひずみ曲線（CASE-0）



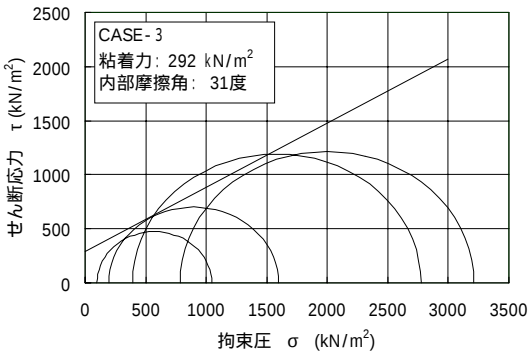
図—3 応力—ひずみ曲線（CASE-1）



図—4 三軸圧縮試験結果（CASE-1）



図—5 三軸圧縮試験結果（CASE-2）



図—6 三軸圧縮試験結果（CASE-2）

表—3 蛍光 X 線解析結果 (単位: wt %)

	CASE0	CASE1	CASE2	CASE3	CASE4	CASE5	CASE6
養生温度(80)	80						
混合水(蒸留水)	非加熱						
混合水(Ca(OH) ₂)			0.1%	0.2%		0.1%	0.2%
NaO	3	3.1	3	3	3.2	3	3.1
MgO	2.9	2.9	3	2.9	2.9	2.9	2.9
Al ₂ O ₃	19	19	19	19	20	20	19
SiO ₂	20	22	22	21	19	19	20
P ₂ O	2.7	2.6	2.6	2.6	2.8	2.7	2.8
SO ₃	1.8	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6
Cl	2.5	2.1	2	2.1	2.5	2.5	2.4
K ₂ O	1.7	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7
CaO	37	35	35	36	37	37	37
O ₂	2.3	2.2	2.1	2.1	2.2	2.3	2.2
Fe ₂ O ₃	5.4	5.7	5.9	6.4	5.8	5.6	5.6